

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-288913

(43)Date of publication of application : 19.12.1991

(51)Int.Cl.

605D 3/12

605D 3/12

G11B 21/10

(21)Application number : 02-090329

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.04.1990

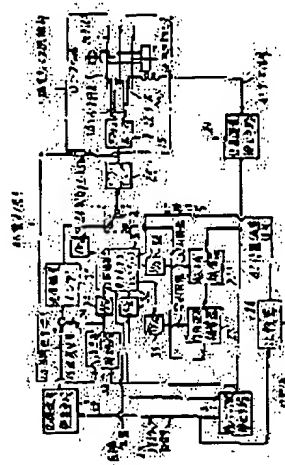
(72)Inventor : YAMAGUCHI TAKASHI  
TOYAMA SOICHI  
HIRAI HIROTAKE

## (54) METHOD AND DEVICE FOR POSITIONING CONTROL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To stably execute a positioning operation by calculating the amount of compensation or a coefficient corresponding to the characteristic of a control object in the case of switching from velocity control to position control, calculating an initial value and initially setting a position control system.

CONSTITUTION: A control mode switch 24 is provided to switch a velocity control system and the position control system and when the output of a remaining track number detecting means 31 reaches a prescribed value, the control is switched from the velocity control to the position control. In such a case, when a target position is commanded, the suitable coefficient or the amount of correction in the position control system is calculated corresponding to this target position and in the case of switching from the velocity control system to the position control system, the set of the initial value, which is calculated based on the calculated coefficient, to the position control system or the direct correction of a control signal for the position control system is executed. Thus, the control can be smoothly switched from the velocity control system to the position control system.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-288913

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 05 D 3/12

G 11 B 21/10

識別記号

3 0 5

G  
S  
T

庁内整理番号

7623-3H

7623-3H

7541-5D

⑭ 公開 平成3年(1991)12月19日

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全12頁)

⑯ 発明の名称 位置決め制御方法および装置

⑰ 特 願 平2-90329

⑱ 出 願 平2(1990)4月6日

⑲ 発 明 者 山 口 高 司 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑲ 発 明 者 遠 山 聡 一 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑲ 発 明 者 平 井 洋 武 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

位置決め制御方法および装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 目標位置へ制御対象を移動して位置決めをするために、該制御対象を該目標位置へ移動させるためのアクチュエータと、該制御対象の現在位置と該目標位置との位置偏差を得るための手段と、該制御対象が該目標位置の近傍に達するまでは該位置偏差に対応した基準速度により該アクチュエータを駆動して該制御対象の速度制御を行う速度制御手段と、該制御対象が該目標位置の近傍に達した段階で、該位置偏差に基づき該アクチュエータを駆動して該制御対象の位置制御を行う位置制御手段と、前記制御対象の状態量に相当する信号を検出する手段と、該状態量と前記制御対象の特性に関する係数とから前記位置制御手段への切換直後の初期値を演算し前記位置制御手段に設定する演算手段と、該初期値演算に先立ち前記係数を該目標位置に対

応した適切な値に調整する手段とを有すること  
を特徴とする位置決めの制御装置。

2. 目標位置へ制御対象を移動して位置決めをするための位置決め制御装置であつて、該制御対象を該目標位置へ移動するためのアクチュエータと、該制御対象の現在位置と該目標位置との位置偏差を得るための手段と、該制御対象が該目標位置の近傍に達するまで該位置偏差に対応した基準速度により該アクチュエータを駆動して該制御対象の速度制御を行う速度制御手段と、該制御対象が該目標位置の近傍に達した段階で、該位置偏差をなくすように該アクチュエータを駆動して該制御対象の位置制御を行う位置制御手段と、前記制御対象の移動に関する状態量に相当する信号を検出する手段と、該状態量と前記制御対象の特性に関する係数とから前記速度制御手段から前記位置制御手段への切換後における前記位置制御手段の動作を安定させるための補正量を演算する演算手段と、前記位置制御手段の制御信号を該補正量によつて補正する補

## 特開平3-288913 (2)

正手段とを有することを特徴とする位置決め制御装置。

3. 請求項1記載の位置決め制御装置において、前記位置制御手段は位相補償要素を含み、前記初期値を該位相補償要素に設定することを特徴とする位置決め制御装置。

4. 請求項1または3記載の位置決め制御装置において、前記演算手段は、前記係数を目標位置に対応して予め記憶しておき、前記目標位置を入力して該位置に対応する係数を前記初期値演算のための係数として使用することを特徴とする位置決め制御装置。

5. 目標位置へ制御対象を移動して位置決めする位置決め制御方法であつて、該制御対象の現在位置と該目標位置との位置偏差を演算するステップと、該制御対象が目標位置の近傍に達したか否かを判断し、該近傍に達するまでは速度制御モードを選択し、該近傍に達した後は位置制御モードを選択するステップと、該速度制御モードにおいて該位置偏差に対応した基準速度を

基準として該制御対象の速度を該基準速度に合致せしめる制御を行うステップと、該位置制御モードにおいて該位置偏差をなくすように該制御対象の位置制御を行うステップと、該速度制御モードから該位置制御モードへの切換に照し、前記目標位置に対して予め定められた係数を用いて得られる初期値を前記位置制御の補正量として設定するステップとを含むことを特徴とする位置決め制御方法。

6. 目標位置へ制御対象を移動して位置決めする位置制御方法であつて、該制御対象の現在位置と該目標位置との位置偏差を得るためのステップと、該位置偏差が所定値より大のときは該位置偏差に対応して定められる基準速度に合致するように該制御対象を移動せしめる速度制御を行うステップと、該目標位置に対応した係数を演算するステップと、該位置偏差が該所定値になった時点での位置偏差と該演算された係数とに基づいて位置制御に含まれる各種値処理に必要な初期値を演算するステップと、該演算後該

制御対象を該目標位置に移動させるべく該位置偏差に基づき該位置制御を行うステップとを含むことを特徴とする位置決め制御方法。

7. ディスクの半径方向にヘッドを移動させるためのアクチュエータと、該ディスクに記録されたサーボ情報を該ヘッドを介して読取り、位置偏差を求めるための位置偏差検出手段と、目標位置と該位置偏差とから該ヘッドの目標位置までの残トラック数を求めるための残トラック数検出手段と、該残トラック数に対応して目標速度を発生し、該目標速度とヘッド速度との差をなくすように該ヘッドの該目標位置方向への移動を行なわせるよう該アクチュエータを駆動せしめる速度制御部と、該位置偏差に基づき制御信号を出力する補償部を含む位置制御部と、該トラック数が所定値になった時点で該速度制御部から該位置制御部に制御を切換える切換手段と、該目標位置と該位置偏差と該ヘッド速度とを入力し、該目標位置に対応したループゲインから位置制御における初期値演算のための係数

を求め、該切換手段による切換え時における該位置偏差と該ヘッド速度と求めておいた該係数とから該初期値を演算し、該初期値を該補償部に設定するコンピュータとを備えたことを特徴とする位置決め制御装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、位置決め制御方法および装置に係り、特に光や磁気ディスク装置などのヘッドの位置決め制御に利用するのに適した位置決め制御方法および装置に関する。

## 〔従来の技術〕

磁気ディスク装置においては、記録媒体たる磁気ディスクの記録面の所定の位置に情報を記録するため、あるいはすでに記録された情報を読出すために磁気ヘッドを所定トラックに移動させ位置決めさせる位置決め制御が行なわれている。この位置決め制御において、制御対象としてのヘッドの現在位置と目標位置（目標トラック）との差に応じて複数の制御系を切換えて行うのが一般的で

## 特開平3-288913 (3)

ある。すなわち、現在位置と目標位置との差が大い  
るときには、その差に対応した目標速度に基づく  
速度制御系により制御し、ヘッドが目標位置に近  
づくとき、今度は現在位置と目標位置との差に基づ  
く位置制御系により最終的位置決め制御がなされ  
る。これは、高速にかつ高精度に目標位置への位  
置決めを行なわせるために有効な方法である。

さて、上述の如く、速度制御系から位置制御系  
への切換えを行う場合、特に切換えられた位置制  
御系における初期設定が適当でないと、過渡特性  
により振動的となつたり、遅れが生じたりして、  
所定の位置への位置決めに必要な時間が大きくな  
る。

従来、このような問題を解決するために、いく  
つかの方法が知られている。例えば、特開昭56-  
114176号公報には、速度制御系から位置制御系へ  
の切換え後の時間応答特性を改善するために、切  
換え直前のモータ速度に比例する電圧を位置制御  
系に含まれる積分器に蓄えておくという思想が開  
示されている。また、特開平1-138555号公報に

は、速度制御系による制御を行つている期間にお  
いて位置制御系に含まれる積分器回路のコンデン  
サに位置モード切換直後の過渡応答を小さくする  
ための各トラップの過渡応答補正値を充電してお  
き、それを位置制御系切換直後の積分器の初期値  
として使うという思想が開示されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は、いずれも位置制御系内に積分  
手段を有し、切換え時の応答を滑らかに高速に行  
うための積分器への初期値を設定するものであつ  
た。

ところで、上記従来技術は、制御対象であるヘ  
ッドを含む可動部の特性が既知であり、しかもど  
のような移動すなわちどの位置への移動であつて  
もその特性が変化しないという条件において最適  
な初期値設定を実現するものである。

しかしながら、実際にはヘッド動作のアクチュ  
エータであるモータの力定数やパワーアンプのゲ  
インなどは一定でない。例えば、磁気ディスク装  
置のヘッド移動用のアクチュエータとしてよく使

用されるボイスコイルモータにおいては、その力  
定数が端部における磁気回路の漏れの影響により  
低下する。また、ディスク面にセクタ状にサーボ  
データを記録し、このデータを読取ることによつ  
てヘッドの位置決めを行う、いわゆるセクタサー  
ボ方式の磁気ディスク装置の場合、サーボトラッ  
クライトの方法によつては、ディスクの内周側と  
外周側とでボジション感度が異なる。このように、  
一般には、制御対象の特性は変化しており、制御  
系のループゲインが変化する。したがって、従来  
の方法による積分器の初期値設定では、その初期  
値演算に用いる演算式の係数が実際値からずれる  
ことになり、求められた初期値は、最適な値とは  
ならない場合がある。この結果、速度制御系から  
位置制御系への円滑な切換えを行うことが難しい。

また、制御対象は、機構系の共振モードを複数  
有しており、理論計算結果をそのまま適用すると  
十分な応答特性が得られない場合もある。

そこで、本発明の目的は、このような制御対象  
の特性の変化などによつても、切換え時の応答を

円滑に行えるような位置制御系の初期値設定を行  
うことのできる位置決め制御方法および装置を提  
供することである。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明は、制御対象  
を目標位置へ移動させるためのアクチュエータと、  
該制御対象の現在位置と該目標位置との位置偏差  
を算出するための手段と、該制御対象が該目標位置の  
近傍に達するまでは該位置偏差に対応した基準速  
度により該アクチュエータを駆動して該制御対象  
の速度制御を行う速度制御手段と、該制御対象が  
該目標位置の近傍に達した段階で、該位置偏差に  
基づき該アクチュエータを駆動して該制御対象の  
位置制御を行う位置制御手段と、前記制御対象の  
状態量に相当する信号を検出する手段と、該状態  
量と前記制御対象の特性に関する係数とから前記  
位置制御手段への切換直後の初期値を演算し前記  
位置制御手段に設定する演算手段と、該初期値演  
算に先立ち前記係数を該目標位置に対応した適切  
な値に調整する手段とを有することを特徴とする。

特開平3-288913 (4)

また、上記手段において、位置制御手段への初期値設定のかわりに、前記演算手段は、前記位置制御系に切換えの際に適切な制御信号が得られるように、目標位置に対応して求められる補正量を演算し、この補正量により該制御信号を補正する補正手段を設けても達成できる。

## 〔作用〕

上記いずれの解決手段においても、目標位置が指令されると、この目標位置に対応した位置制御系における適切な係数あるいは補正量が演算され、速度制御系から位置制御系への切換えに際し、演算された係数に基づき求められた位置制御系への初期値の設定あるいは位置制御系の制御信号の直接的補正がなされる。したがって、速度制御系から位置制御系への切換えを円滑に行うことができる。この結果、高速位置決めを実現できる。

## 〔実施例〕

以下、本発明を具体的な実施例により詳細に説明する。

## (1) 本発明の第1の実施例

残トラック数検出手段31は、位置偏差信号42を入力し、目標位置（目標トラック）と現在位置との差、すなわち残トラック数を検出する。現在位置は、ヘッドが1トラック通過する毎に周期的に変動する位置偏差信号の周期数すなわち、トラック通過パルス数に対応する。目標位置は、図示しないコントローラから与えられ、この値と現在位置との差として残トラック数信号43を出力する。

目標速度発生手段32は、残トラック数信号43を入力し、残トラック数に応じて定められた目標速度信号44を出力する。

ヘッド速度検出手段33は、ヘッドの移動速度を検出するためのものである。ここでは、位置偏差信号42とパワーアンプ25の出力46とを入力し、これらの信号から速度を演算により求めるものを用いた。すなわち、この手段33は、位置偏差信号を入力しこれを微分する微分回路と、電流信号を入力しこれを積分する積分回路と、微分回路の出力と積分回路の出力を入力しこれらを合

第1図は本発明の一実施例を示すブロック図である。

## (構成機器の説明)

第1図において、磁気ディスク機構部1は、スピンドルモータ16によつて駆動される軸に取付けられた複数枚の磁気ディスク11と、このディスク11の外周から内周方向あるいはその逆方向への移動によりディスク11に記録された情報を読取ったり書込んだりするためのヘッド12、13と、これらヘッドを支持するヘッド支持系14と、ヘッドを取付けたヘッド支持系14を駆動してヘッドの移動を行うアクチュエータ15とを有している。この例では、サーボ情報を記憶したディスクを有し、そのディスクのサーボ情報をサーボヘッド12で読取り、この読取られた情報からヘッドの現在位置を認識して位置制御を行う、いわゆるサーボ面サーボ方式を示している。

位置偏差検出手段21は、サーボ情報を入力してトラック中心からの位置偏差信号42を出力する。

成する回路とで構成される。このような速度検出手段は、例えば、1980年2月に発行されたアイ・ビー・エム・ディスク・ストレージ・テクノロジー(I B M Disk Storage Technology)の89～96頁に開示されている。

加算器34は、検出した速度信号45と目標速度信号44との差、すなわち速度偏差を出力する。

速度偏差アンプ35は、速度偏差を増幅し、速度制御信号を出力する。

低域補償器22は、一次進み要素を積分器とからなり、低い周波数域でのゲインを高くして、この周波数域で外乱の影響を抑制する働きをする。この一次進み要素の時定数は、位相進み補償器23に含まれる一次進み要素の時定数と同程度が、それ以下とするのがよい。

位相進み補償器23は、一次遅れ要素と、それより時定数の長い時定数をもつ一次進み要素とからなり、位相を進めることにより制御系の安定性を高める働きをする。一次進み要素の時定数は、一次遅れ要素の20倍程度に設定するのがよい。

## 特開平3-288913 (5)

そして、最大位相進み角となる周波数を位置制御系のゼロクロス周波数と一致させる。

制御モードスイッチ25は、速度制御モードと位置制御モードとを切換えるためのもので、残トラク数検出手段31の出力が所定値（所定の残トラク数）になった時点で速度制御から位置制御に切換えられる。比較器26は、この切換えのために設けられたものである。

パワーアンプ25は、入力される制御信号を増してアクチュエータ15への電流を出力する。

アナログ/ディジタル(A/D)変換器52と53は、入力されるアナログ量をディジタル量に変換する。

ディジタル/アナログ(D/A)変換器54と56は、ディジタル量をアナログ量に変換する。

初期値算出用マイクロコンピュータ5は、位置制御系における各種係数22、23の初期値を演算し、D/A変換器54、56を介して両係数22、23に出力する。このコンピュータ5は、この初期値演算のため、ヘッド速度信号45をA

/D変換器53を介して、また位置偏差信号42をA/D変換器52を介して夫々入力する。メモリ51は、コンピュータ5の動作を行なわせるためのプログラムおよび演算に必要な各定数等を記憶している。このコンピュータ5の演算処理手順については、後述する。

第1図に示す構成において、速度制御系は、位置偏差検出手段21、残トラク数検出手段31、目標速度発生手段32、ヘッド速度検出手段33、加算器34、速度偏差アンプ35、パワーアンプ25、アクチュエータ15で構成される。

また、位置制御系は、位置偏差検出手段21、低域補償器22、位相進み補償器23、パワーアンプ25、アクチュエータ15で構成される。

そして、速度制御系と位置制御系とを切換えているのがスイッチ24である。コンピュータ5は、位置制御系への切換えの際の位置制御系の初期値を演算し設定する。

さて、次に位置制御系について少し詳細に説明する。前述のように、位置制御系には位相進み補

償器23と低域補償器22の2つの補償器が前向きに接続されているが、これらはそれぞれ第3図、第4図に示される構造となっている。第3図は低域補償器のブロック線図を表わし、第4図は位相進み補償器のブロック線図を表わす。図においてSはラプラス演算子を表わし、1/Sは積分器である。又、 $\omega_{p1}$ は低域補償器の折点周波数を示し、 $\omega_{z1}$ 、 $\omega_{z2}$ は位相進み補償器の折点周波数の逆数を示す。図のように両補償器とも積分器を含み、位置制御系全体としては補償回路に2つの積分器を有している。この積分器の切替時における初期値の設定をどのような値にすべきかが重要である。この設定に関しては後述する。

## (初期値設定の原理)

上記実施例の具体的な動作を説明する前に、第1図における2つの補償器への初期値設定について、その原理を説明する。

初期値設定方法については、第2図を用いて説明する。第2図は、2つの補償器及び初期値設定に関する回路図を示したものである。図において、

後分路の初期値は、回路上はコンデンサにチャージされる電圧として実現される。従つて、位置制御系の開始までは、スイッチAS1、AS2を閉じておき、コンデンサのチャージ電圧をゼロとしておく。位置制御系への切換えの際に、スイッチAS1、AS2を開き、同時にD/A変換器54、56より初期値が加算される。この動作により、初期値設定が行われたこととなる。

次に、コンピュータ5内での初期値演算の方法を説明する。位置制御系において、ヘッド位置を $x(t)$ 、ヘッドの位置、速度、補償器の後分路の内部変数の $t=0$ における初期値を $x(0)$ 、 $v(0)$ 、 $i_1(0)$ 、 $i_2(0)$ とすると、 $x(x)$ は次式で表わされる。ここで $t=0$ は、速度制御系からの切換え時点を示す。

$$x(t) = \Sigma K_n(x(0), v(0), i_1(0), i_2(0)) e^{-\lambda_n t} \dots (1)$$

ここで $K_n$ は係数、 $\lambda_n$ は位置制御系の固有値を示す。この式は、ヘッド位置は、ヘッド位置、速度、内部変数の初期値の関数となっていることを示す。

## 特開平3-288913 (6)

$x(t)$ は $t=0$ からのヘッドの整数の様子を示すのであるから、 $x(t)$ の軌跡が最も速くかつなめらかに目標値に収束するればよい。そこで次の評価関数 $I$ を導入する。

$$I = \int_0^T X^T Q X dt \quad \dots (2)$$

ここで $X$ は、状態変数行列で位置、速度、2つの内部変数を含む $4 \times 1$ 行列である。 $Q$ は $4 \times 4$ 正方行列で各変数の重み付けを行う係数である。 $X^T$ は $X$ の転置行列を示す。この評価関数 $I$ は、制御モード切換後から時間 $T$ までのヘッド位置の二乗積分を示している。さて、この評価関数を最小にする内部変数 $\xi_1, \xi_2$ の初期値は、

$$\frac{\partial I}{\partial \xi_1(0)} = 0 \quad \text{かつ} \quad \frac{\partial I}{\partial \xi_2(0)} = 0 \quad \dots (3)$$

を連立方程式として解いた次式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} \xi_1(0) &= \alpha_1 x(0) + \beta_1 v(0) \\ \xi_2(0) &= \alpha_2 x(0) + \beta_2 v(0) \end{aligned} \right\} \quad \dots (4)$$

ここで、 $\alpha, \beta$ は、ポジション感度 $K_F$ 及びアクチュエータの力定数 $K_F$ を含む定係数値である。

り51内部に(4)式の係数を位置に対応して表として記憶しておき、トラック位置に応じて、対応した係数をメモリから読出し(4)式をコンピュータ5内で計算するようにする。このようにすれば、トラック位置に依存したゲイン変動に拘らず、最適な位相決め特性を達成できるという利点がある。(第1図に示す実施例の動作説明)

さて、次に、第1図の構成の動作を説明する。

まず、図示しないコントローラから目標位置が指定されると、残トラック数検出手段31は、ヘッドの位置偏差信号42に基づいて求められる現在位置と目標位置との差である残トラック数43を出力する。この時点においては、通常比較器26は、残トラック数>所定値となつている。このため、スイッチ24は、速度制御モード側になつている。目標速度発生手段32は、残トラック数信号に対応して目標速度信号44を発生する。速度制御系は、この目標速度信号に基づき、アクチュエータ15を駆動してヘッド12, 13の移動を開始する。ヘッドの移動速度(ヘッド速度)

このように内部変数 $\xi_1, \xi_2$ の初期値は、制御モード切換時点での位置 $x(0)$ と速度 $v(0)$ の線形結合関数として求められる。以上が初期値設定の基本動作である。

ところで、(4)式に含まれる係数値は、機構系の各部の定数より求められたものであるが、前述したように、機構系の定数はトラック位置によって変化するものがある。例えばアクチュエータの力定数は、ヘッドが内周側又は外周側の端に行く程低下のものにより減少の傾向にある。又、トラックの書き込み方法によつては内周と外周のトラック間隔が異なり、従つて位置偏差検出手段21のゲイン(ポジション感度)が異なる。このようにトラック位置によつて定数が異なる場合は、(4)式の係数の元となる機構系定数と変動が生じるため、ヘッド位置の応答が最適とならなくなる場合がある。又、かえつて大きなオーバーシュートを生じる場合も起こりうる。

そこで、このような予めわかっているトラック位置によるゲイン変動に対しては、第1図のメモ

は、位置偏差信号42とパワーアンプ25の出力46から前述の関係によりヘッド速度検出手段33により検出される。加算器34は、目標速度信号とヘッド速度との差、すなわち速度偏差を演算する。アンプ35は、この偏差をゼロにするような制御信号をパワーアンプ25に供給する。パワーアンプ25は、これによりヘッド速度を目標速度に合致するような電力量をアクチュエータ15に供給する。アクチュエータ15は、この電力に見合った駆動力を発生し、ヘッド支持系14を移動させる。

この期間中において、初期値算出用マイクロコンピュータ5は、速度制御から位置制御系に切換わつた際に、位置制御系の補償器22, 23に設定すべき初期値を演算するための準備を行う。

マイクロコンピュータ5内の動作フローを示すのが第5図である。第5図において、ステップF1からステップF6までの動作が初期値演算のための準備動作に該当する。すなわち、コンピュータ5は、メモリ51に記憶されている動作プロ

特開平3-288913 (7)

グラムに従い、ステップF1からステップF6までの動作をこの期間中すなわちシーク動作中に行う。まず、ヘッドの位置を移動する指令があつたかどうかをチェックする。この処理がステップF1の動作である。動作する指令の有無は、直接コントローラからの指令によつて判断しても良いが、ここではコントローラから移動のための目標位置が設定されたことにより判断している。したがつて、この目標位置の入力により、第5図におけるステップのF2までの処理が行なわれることとなる。続いて、コンピュータ5は、予め記憶している目標トラックにおけるループゲインデータをメモリ51から読み込む。この処理が第5図におけるステップF3の処理である。この読み込みデータに基づき、(4)式における初期値計算式の係数 $\alpha_1$ 、 $\beta_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta_2$ を演算する。この処理が第5図におけるステップF4の処理である。これらの係数は、その目標トラック位置に適用するに適切な値となつている。係数の演算は、(6)式により導出された式によつてなされる。

は、ループゲインに対する $\alpha_1$ 、 $\beta_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta_2$ の関係を予め求めておき、F4ではこの関係参照して係数を決定してもよい。

ステップF4までの処理が終了すると、コンピュータ5は、時々刻々変化する位置偏差（検出手段21の出力）およびヘッド速度（検出手段33の出力）を一定時間毎に取込み、速度制御系から位置制御系への切換えのタイミングを待つ。これらの処理がステップF5、F6の処理である。切換えのタイミングは、比較器26からの切換え信号を入力することで認識できる。

次に、切換えの際の動作について説明する。速度制御系から位置制御系への切換えは、切換え信号によつて、制御モードスイッチ24が切換えられることで実現する。この際、マイクロコンピュータ5は、切換え信号を入力し、位置制御の開始を知る。これにより、マイクロコンピュータ5は、各補償器22、23に設定する初期値を上述した(4)式を用いて演算する。この処理が、第5図のステップF7の処理である。(4)式に含まれる係

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \xi_1(0)} X^T(0) P X(0) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial \xi_2(0)} X^T(0) P X(0) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad \dots (5)$$

但し、Pは $P A + A^T P = -Q$ を満たす。

(5)式を解くと、Pは各要素を $P_{ij}$ とおけば次式となる。

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 &= \frac{1}{(P_{12}+P_{21})^2 - 4 P_{11} P_{22}} (2 P_{22} (P_{12}+P_{21}) - (P_{12}+P_{21}) (P_{12}+P_{21})) \\ \beta_1 &= \frac{1}{(P_{12}+P_{21})^2 - 4 P_{11} P_{22}} (2 P_{22} (P_{12}+P_{21}) - (P_{12}+P_{21}) (P_{12}+P_{21})) \\ \alpha_2 &= \frac{1}{(P_{12}+P_{21})^2 - 4 P_{11} P_{22}} (2 P_{11} (P_{12}+P_{21}) - (P_{12}+P_{21}) (P_{12}+P_{21})) \\ \beta_2 &= \frac{1}{(P_{12}+P_{21})^2 - 4 P_{11} P_{22}} (2 P_{11} (P_{12}+P_{21}) - (P_{12}+P_{21}) (P_{12}+P_{21})) \end{aligned} \right\} \quad \dots (6)$$

なお、(6)式の演算の時間が短視できない場合

数 $\alpha$ 、 $\beta$ はステップF4で求められておいたものを用いる。したがつて、ヘッドが移動すべき目標位置に見合った係数値を用いて、(4)式による各初期値 $\xi_1(0)$ 、 $\xi_2(0)$ が求められる。この演算結果は、D/A変換器54、56を介して出力され、各補償器22、23に設定される。この処理が第5図のステップF8の処理である。

初期値が設定された位置制御系は、位置偏差信号42をなくすようにアクチュエータ15を駆動し、ヘッドを目標トラックの中心に合致させる動作を行う。すなわち、位置偏差信号42は、各補償器22、23を経て位置制御信号となり、これをパワーアンプ25で増幅してアクチュエータ15に必要な電流を供給する。これにより、アクチュエータ15は、この電流に見合つてヘッド支持系に支持されたヘッドを移動させ、位置を制御する。この実施例では、位置制御系への切換え時において、各補償器にはその目的位置に対応した適切な初期値が設定されており、切換えが円滑に行なわれることになる。



## 特開平3-288913 (B)

ヘッドが目標位置に到達した後、図示しないコントローラによって、ディスクの目標トラック上に記録されたデータをヘッドを介して読取ったり、反対に記録すべきデータをヘッドを介して目標トラック上に記録する動作が行なわれる。このヘッドによる読取りあるいは記録期間中において、位置制御系は、ヘッドが目標トラック中心に位置するように位置制御を継続する。

当該トラックにおける読取りあるいは記録が終了すると、次のトラックへのアクセスを待った状態となる。このときのコンピュータ5の動作がステップF9、F10の処理である。次の目標トラックへのヘッドの移動指令がなされると、上述した動作を繰り返す。この一連の動作は、ディスク装置の停止指令があるまで続く。

以上説明したように、第1図に示す本発明の実施例の場合、速度制御系から位置制御系への切換えが円滑に行なわれる。第7図は、位置制御系への切換えの際の初期値設定を適切なものとした場合と、不適切にした場合の目標トラックへ位置決

めされるまでの過渡的な状況を示している。初期値を適切に設定した場合には、非常に短時間で目標トラックへの位置決めがなされており、高速位置決めを行うには、初期値の設定が重要であることが判る。

## (2) 本発明の第2の実施例

第6図は、本発明の他の実施例を示すブロック図である。

## (構成要素の説明)

第8図において、第1図と同じ符号、番号が付された機器は、第1図と全く同様の機器である。第6図において、D/A変換器59は、第1図におけるD/A変換器54や56と同様にデジタル信号をアナログ信号に変換して出力する。加算器60は、補償器29の出力とマイクロコンピュータ5の出力をアナログ信号に変換した値とを加算する。他のすべての構成は、第1図の場合と全く同様である。

したがって、第1図と第8図の実施例の違いは、前者が各補償器に設定すべき初期値を求めてその

初期値を補償器に設定することにより、切換の際の安定制御を実現したのに対し、後者は、各補償器への初期値を演算設定を行うかわりに、切換の際に最適となるように制御信号を直接補正する形式を採用している点のみが異なる。すなわち、第6図の場合には、補償器23から出力される制御信号に対し、マイクロコンピュータ5が切換時に最適な応答となるように補正量を求め、これをD/A変換器59を介して加算器60に供給することで、制御信号を補正する。

## (第6図に示す実施例の動作説明)

まず、目標位置がコントローラから指定され、速度制御系が機能しているときの速度制御系の動作は、第6図の場合も第1図の場合と同様である。

この期間中において、コンピュータ5は、その目標位置におけるループゲイン等のデータをメモリ51から取込み、第1図の場合と同様に補正信号を演算するための係数を演算する。ここで、係数の求め方の原理について第1の実施例の内容を援用して説明する。

本実施例においては、コンピュータ5からの補正信号が位置制御系に加わるため、この補正信号を $w$ とすれば、 $x(t)$ は(1)式に代わって次式で表わされる。

$$x(t) = \sum K_n(x(0), v(0), \zeta_1(0), \zeta_2(0), w(0))e^{-\lambda_n t} \quad \dots (7)$$

(7)式に対して、(2)式で表わされる評価関数を定義し、これを最小とする $w(0)$ を求めればよい。ここで補償器22, 23の内部変数 $\zeta_1, \zeta_2$ の初期値は、切換え時点では第1の実施例と同様にゼロであるから、(7)式において、 $x(t)$ は、ヘッド初期位置 $x(0)$ 、初期速度 $v(0)$ 及び補償信号 $w(0)$ の関数になる。そこで、評価関数を最小にする補正信号 $w$ の初期値は

$$\frac{\partial I}{\partial w(0)} = 0 \quad \dots (8)$$

で与えられる。これを解くと、

$$w(0) = \gamma x(0) + \delta v(0) \quad \dots (9)$$

となる。ここで $\gamma, \delta$ はポジション感度 $K_r$ 、及びアクチュエータの力定数 $K_f$ を含む定数係数で

## 特開平3-288913 (9)

ある。

さて、以上のように速度制御期間中に係数値を決定しておき、速度制御系から位置制御系へ、第1の実施例と同様な方法で切り換えられたとき、コンピュータ5は(7)式を演算し、D/A変換器59を介して加算器60に供給する。以後の位置制御系の動作は第1の実施例と同様である。

以上説明したように、第6図に示す本発明の実施例の場合、速度制御系から位置制御系への切換えは、補償器23よりの出力信号に前述した補正信号を適切に加えることにより円滑に行われ、その後の過渡的な状態時間を短縮できる。

以上の実施例における係数の演算は、メモリに予め設として与えられている値に基づいて行っているが、この他にコンピュータ5にループゲインの適応固定アルゴリズムを設けておくことにより、経時的なゲイン変動に対しても対応した(4)式の係数を求めておくこともできる。

更に又言えば、装置の個体差に基づくゲインのちがいに對しても、ハーブゲインの適応固定アル

ゴリズムを起動時に働かせてゲインを測定することにより、(4)式の係数を規定しなおすことも可能である。

これら適応固定アルゴリズムは、現代制御理論で公知となっている最小二乗法等各種のアルゴリズムのいずれを用いてもかまわない。

更に、上記二つの実施例では、位置制御系の補償要素はアナログ回路で実現し、初期値設定のアルゴリズムの計算はマイコンで処理する構成であるが、位置制御系の補償要素も全てマイコン内で演算処理するデジタル制御系に対しても本方式は同様に実現することができる。デジタル制御系の場合は演算処理によつて初期値が与えられるため第2図におけるアナログスイッチやD/A変換器、加算のためのオペアンプ等是不要であり、しかも制御モード切換えはサンプリング時間内で全ての処理を行うことができるため、アナログ回路系にみられる微妙なタイミングのずれを考慮する必要はない。

なお、本発明は、次のようなヘッド動作に対し

ても適用できる。すなわち、第1図において、ヘッド支持系14の部材の不均一な熱変形により、サーボヘッド12は目標トラック中心に追従していても、データヘッド13はトラック中心から外れることがある。このとき、そのずれ量を、データヘッドに對向したディスクの一部に予め書き込まれた位置信号を参照して検出する等の手段を付加すればそのずれ量がわかり、上位のコントローラよりの補正指令をうけて位置ずれ補正動作を行う場合がある。このときも、上記実施例で述べた方法を用いることにより、高速な位置決めが可能となる。

更に、セクタサーボ方式と呼ばれる磁気ディスク装置ヘッド位置決め方式においては、全てのディスク面上に位置信号が予め書き込まれているため、あるディスク面のある番号のトラックから別のディスク面の同一番号トラックへデータの読み出し又は記録を行いたいときは、ヘッド切換え動作が生じる。このとき、全てのディスクの同一番号のトラックが各ディスク中心から同一距離にあ

る場合は問題ないが、実際には熱変形等により各ディスク面の同一番号のトラックでも互いに位置ずれが生じ、このためヘッド切換え動作を行うと、切換えた先のヘッドでは、トラック中心からずれることがある。この場合にも本実施例で示した初期値設定、又は補正信号の加算動作を行うことにより、ヘッド切換え後の位置決め動作を円滑に、かつ短時間で実施することができる。

#### (発明の効果)

以上説明したことで明らかなように、本発明によれば、速度制御から位置制御への切換えに際し、制御対象の特性に対応した補償量を求め、あるいは係数を求めて初期値を演算して位置制御系の初期設定を行うので、位置決め動作を安定して行なわせることができる。また、この結果、位置決めを高速に行うことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明を磁気ディスク装置のヘッド位置決め系に適用する第一の実施例の全体の構成図である。

特開平3-288913 (10)

第2図は、本発明を磁気ディスク装置のヘッド位置決め系に適用したときの2つの補償器及び初期値設定に関する回路図である。

第3図は磁気ディスク装置位置制御系の低域補償器のブロック線図である。

第4図は磁気ディスク装置位置制御系の位相進み補償器のブロック線図である。

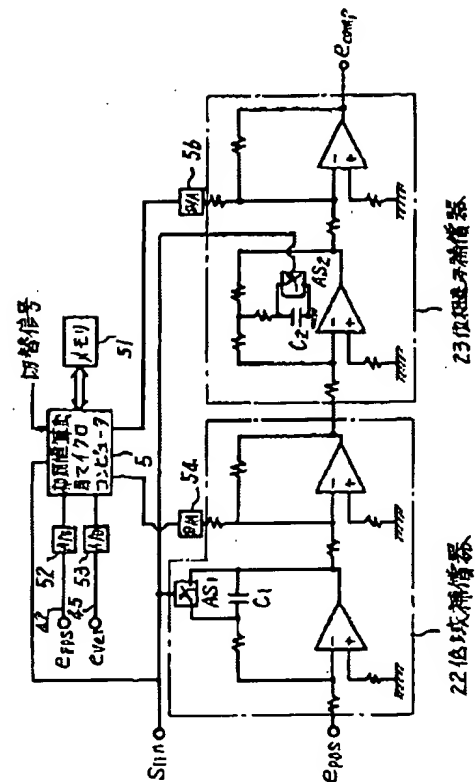
第5図は、第一の実施例において、初期値を演算し出力するためのプログラムのフローチャートである。

第6図は、本発明の第二の実施例の全体の構成図である。

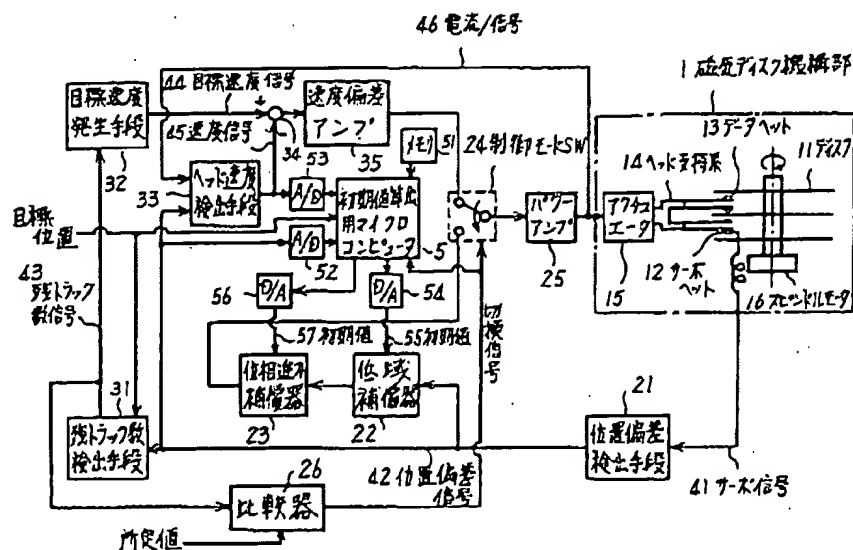
第7図は、本発明の効果を示すヘッドの位置決め時の応答波形の例である。

- 1…磁気ディスク機構部、5…マイクロコンピュータ、11…ディスク、12…サーボヘッド、14…ヘッド支持系、15…アクチュエータ、21…位置偏差検出手段、22…低域補償器、23…位置進み補償器、24…制御モードスイッチ、25…パワーアンプ、51…メモリ。

第 2 図



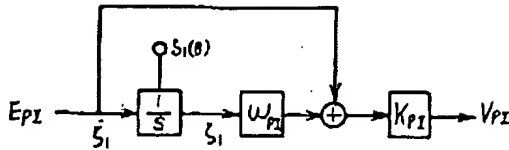
第 1 図



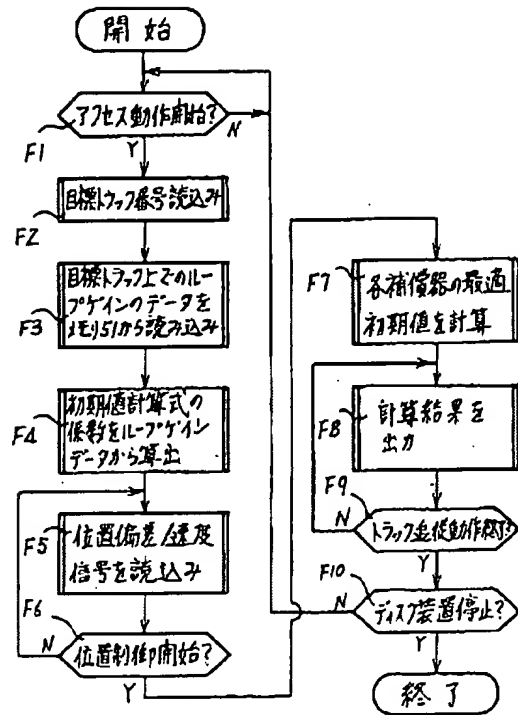
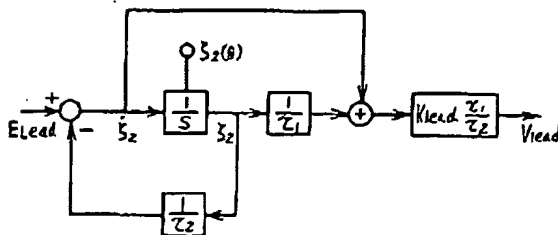
特開平3-288913 (11)

第 5 図

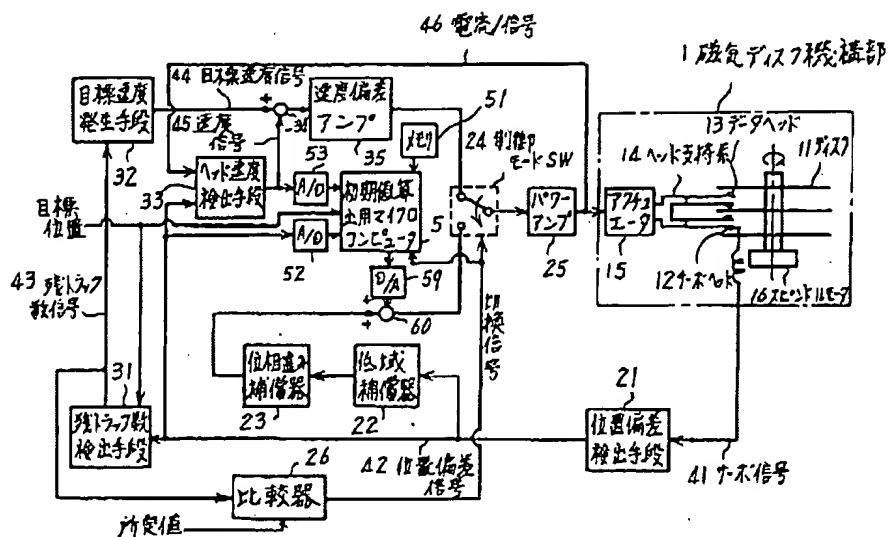
第 3 図



第 4 図



第 6 図



特開平3-288913 (12)

第 7 図

